

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-112200

(43)Date of publication of application : 20.04.2001

(51)Int.Cl.

H02K 1/27
H02K 19/10
H02K 21/14
H02K 29/00

(21)Application number : 11-321520

(71)Applicant : AICHI EMERSON ELECTRIC CO
LTD

(22)Date of filing : 06.10.1999

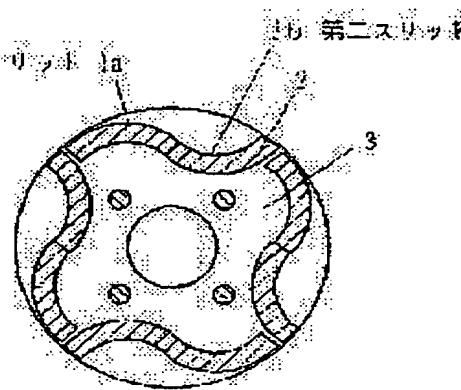
(72)Inventor : TAKAHASHI TOMOFUMI

(54) ROTOR STRUCTURE FOR BRUSHLESS DC MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a brushless DC motor, whose torque characteristic can be set arbitrarily and whose drive control is easy.

SOLUTION: In this brushless DC motor, slits are executed inside a core for a rotor, magnets are arranged at the slits, and field poles are formed. A first slit and a second slit are formed inside the core which forms identical field poles at the rotor. The first slit has a curvature which is larger than that of the outer circumference of the stator, and it is curved into an arc shape along the outer circumference of the rotor. The first slit is situated to the outer circumference of the rotor on the side between poles on one side of the field poles, and it is situated to the inner circumference of the rotor on the side of the center line of the field poles. In addition, the second slit is curved arcuately in reverse to the outer circumference of the rotor. The second slit is situated to the inner circumference of the rotor on the side of the center line of the field poles, and it is executed so as to be the outer circumference of the rotor on the side of poles on the other side of the field poles, so that the first slit and the second slit merge between the poles, and the magnets are arranged inside the slits.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-112200

(P2001-112200A)

(43) 公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 2 K 1/27	5 0 1	H 0 2 K 1/27	5 0 1 A 5 H 0 1 9
19/10		19/10	5 0 1 K 5 H 6 1 9
21/14		21/14	A 5 H 6 2 1
29/00		29/00	M 5 H 6 2 2
			Z
審査請求 未請求 請求項の数3 書面 (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-321520

(22) 出願日 平成11年10月6日 (1999. 10. 6)

(71) 出願人 000100872

アイチーエマソン電機株式会社

愛知県春日井市愛知町2番地

(72) 発明者 高橋 伴文

愛知県春日井市愛知町2番地 アイチーエ

マソン電機株式会社内

Fターム(参考) 5H019 AA04 CC03 CC08 DD01 EE14
EE16

5H619 AA01 AA07 BB01 BB06 BB13

BB15 BB24 PP02 PP06 PP08

5H621 AA03 GA01 GA04 GA16 HH01

HH09 JK02 JK05

5H622 AA03 CA02 CA05 CA13 CB01

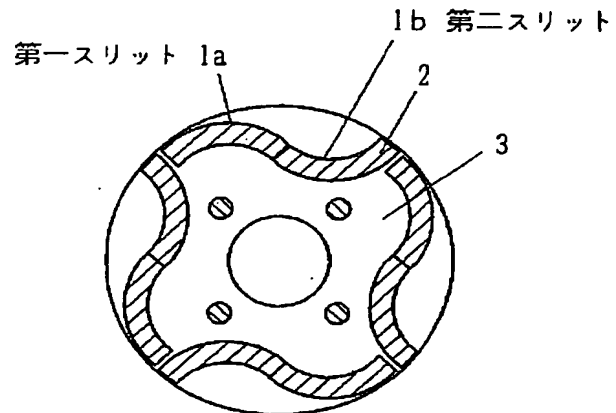
CB04 CB05 PP03 PP11

(54) 【発明の名称】 ブラシレスDCモータのロータ構造

(57) 【要約】

【課題】 モータのトルク特性が任意に設定可能で、駆動制御が容易なブラシレスDCモータを実現する。

【解決手段】 ロータコア内にスリットが施され、該スリットにマグネットを配して界磁極を形成するブラシレスモータにおいて、該ロータの同一界磁極を成すコア内に第一スリットと第二スリットを設け、第一スリットはロータの外周より曲率が大きく、ロータの外周に沿って円弧状に湾曲するものであり、第一スリットが界磁極の一方の極間側でロータ外周寄りであって、界磁極の中心線側でロータ内周寄りとなるようにし、また、第二スリットはロータの外周とは逆に円弧状に湾曲させ、第二スリットが当該界磁極の中心線側でロータ内周寄りであって、界磁極の他方の極間側でロータ外周寄りとなるように施され、第一スリットと第二スリットが極間内にて合流するようにされ、該スリット内にマグネットを配するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ロータコア内にスリットが施され、該スリットにマグネットを配して界磁極を形成するブラシレスモータにおいて、該ロータの同一界磁極を成すコア内に第一スリットと第二スリットを有し、第一スリットはロータの外周より曲率が大きく、ロータの外周に沿って円弧状に湾曲させて成り、且つ、前記第一スリットが界磁極の一方の極間側でロータ外周寄りであって、界磁極の中心線側でロータ内周寄りとなるように施され、また、第二スリットはロータの外周とは逆に円弧状に湾曲させて成り、且つ、前記第二スリットが当該界磁極の中心線側でロータ内周寄りであって、当該界磁極の他方の極間側でロータ外周寄りとなるように施され、前記第一スリットと第二スリットが当該極間内にて合流するようにされ、該スリット内にマグネットを配するようにしたことを特徴とするブラシレス DC モータのロータ構造。

【請求項 2】 前記第一スリットと第二のスリットが同一曲率であることを特徴とする第 1 項記載のブラシレス DC モータのロータ構造。

【請求項 3】 モータとしてのマグネットトルクに対するリラクタンストルクの割合を大きくする場合には、第一スリットの曲率を大きくし、第二スリットの曲率を小さく、逆に、前記マグネットトルクに対するリラクタンストルクの割合を小さくする場合、第一スリットの曲率を小さくし第二スリットの曲率を大きくしたことを特徴とする第 1 項記載のブラシレス DC モータのロータ構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はブラシレス DC モータのロータのコアにスリットを施し、該スリットにマグネットを配して成るロータに関するもので、リラクタンストルクに関する磁気的な軸とマグネットトルクに関する磁気的な軸に任意の位相差を与えて、リラクタンストルク成分とマグネットトルク成分を任意に設定出来る構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 ロータ内にスリットを施し、これにマグネットを配するものは通常マグネット埋め込み型ロータと呼ばれ広い分野で数多く使用されている。従来のブラシレス DC モータにおけるロータ構造の一例を図 6 及び図 7 に示す。図 6 はロータの外周に対して逆円弧をなすように施されたスリットにマグネットが配されたものである。図 6 において、スリット 1、マグネット 2、ロータコア 3 を示す。ロータの極毎において外周表面磁束はほぼ均一になっている。マグネット 2 は、ロータ径方向に磁気的にラジアル配向のものが使用され界磁極の中心線上に円弧中心点と配向焦点を有している。このタイプでは、マグネット 2 とロータ表面間に介在するロータ径

方向に厚い磁性材であるロータコア 3 によって、通常の

マグネットトルク以外にリラクタンストルクを作用させてモータのトルクを向上させることが出来るようにされている。

【0003】 このリラクタンストルクはマグネットトルクに対して電氣的に 90° 位相差が有り、且つ、マグネットトルクの 2 倍の周期で変化する。マグネット 2 の配される位置がロータの内径側になればなるほど、即ちモータとしてリラクタンストルクをより有効的に利用しようとするほどマグネット 2 とロータ表面間に介在する磁性材であるコアの径方向が長くなるため、磁束の分散は容易になり、ロータ表面でのマグネット磁束分布は更に均一に成り易くなる。

【0004】 図 7 には、マグネット 2 の発する磁束が分散する様子とリラクタンストルクが発生する磁束の流れを例で示す。図 7 の記号で図 6 と同一記号は同じ物を示し、 Φ_m はマグネット磁束、 Φ_r はリラクタンストルクを得る場合に外部励磁が行われたときの磁束の流れを示している。界磁極中心がマグネット磁束の中心となり、通常これを d 軸とし、界磁極間の位置が d 軸に対して電氣的に 90° の位相差でありこれを q 軸としている。同図では界磁の開角は θ_1 であるにも係わらずスリット 1 の配置からくる構成の関係で、界磁極間においてスリット 1 の幅に相当する角度分の有効な界磁領域が減少し有効界磁開角は θ_2 となる。

【0005】 即ち、該スリット 1 に配されるマグネット 2 の配向はスリット 1 の円弧中心方向側になる為、マグネット 2 からの磁束は界磁極間部においてはロータ外周との接線方向となり、回転子の界磁極として有効な径方向には向かないことになる。従って、スリット 1 の両端部は界磁極として有効な領域ではなくなる。図 7 から判るように界磁極の磁気的な中心は構造の幾何学上での中心位置と一致する。即ち、当該界磁極中心位置に対してスリット 1 の形状及び配置は左右対称とされており、該スリット 1 に均一なマグネット 2 が配されているので、該界磁極のロータ外周部での磁束分布は構造と同様に左右対称となる。又、リラクタンストルクの作用する領域の中心も界磁極の中心位置と一致している。ここで、この様なロータと組み合わされて構成される 3 相モータのステータとロータの対向部分について図 8 に示す。

【0006】 この図は、ステータがロータと対向する面で円周方向に展開して図示したものである。図 8 において図 6 と同一記号は同じ物を示しており、 θ_d は図 7 に示した界磁極間に存在する界磁極の無効領域角度を示すものであり図 8 との関係は下記式 (1) のように表すことが出来る。

$$\theta_d = \theta_1 - \theta_2 \quad (1)$$

ステータ 4 は、通常良く使用される 12 スロットのものを示す。S1～S12 はステータ 4 のスロット番号を示しており、本例では 12 スロットであるので S12 まで

順に並び S1 に戻る。該スロットには U・V・W の相巻線が省略略で 4 極構成となるよう施されている。

【0007】図 8 において、ロータが右回転で回転するものとする、ロータ 3 からステータ 4 へと流れるマグネット 2 の磁束は左から右へと移動する。この時の任意の相巻線に鎖交する磁束量 Φ と当該相巻線に発生する誘起電圧 E とモータとして動作させるために必要な相巻線への通電電流 I_s のタイミングを図 9 に示す。今、ロータが一定速で回転している状態では、それぞれの相巻線に鎖交する磁束量 Φ の変化は図示の状態を時間起点 (t0) とすると、例えば U 相巻線についてみてみれば図 9 の上段に示すような波形となり、この時の該 U 相巻線に鎖交する磁束の変化により発生する誘起電圧 E は図 9 の中段に示す波形となる。中段の誘起電圧 E において電気角 θ_s は図 8 における界磁極の無効領域角度 θ_d に相当する部分であり、該無効領域部分が当該相巻線に対向を開始して全てが対向を終えるまで、または、逆に当該相巻線の対向から抜け出し始めてから抜け終わるまでの低いレベルの誘起電圧となっている電気角である。

【0008】この区間では当該相巻線に対向する界磁極の無効領域が通過を開始して終えるまではほぼ零磁束領 *

$$T = Pn \times \{ \phi_a \times I_a \times \cos \beta + (L_q - L_d) \times I_a^2 \times \sin 2\beta \} \quad (3)$$

と示めされることはよく知られるところである。

【0010】ここで、T は総合トルク、Pn は極対数で極数 P の 2 分の 1、 ϕ_a はマグネットによる 2 相機としての励磁巻線への鎖交磁束の実効値、Ld と Lq はそれぞれ三相機を等価な 2 相機に置き換えたときの d 軸と q 軸でのステータ巻線の等価インダクタンス、Ia は前述等価な 2 相機での励磁電流ベクトルの大きさ、 β は該励磁電流ベクトルの q 軸からの位相を表す。上記 (3) 式の第 1 項はマグネットと励磁電流 Ia とによるいわゆるマグネットトルクを表現しており、第 2 項はリラクタンストルクを表現している。式より明らかなように、励磁電流ベクトル位相 β に対応してマグネットトルクの変化周期も呼応するのに対しリラクタンストルクは 2 倍の変化周期を有している。

【0011】また、同式のそれぞれの項はマグネットトルクの項にコサイン、リラクタンストルクの項にサインが付されており互いに電気角 90° 位相が異なることを示している。従って、マグネットトルクとリラクタンストルクが同一方向で合成される励磁電流ベクトルの位相差 β は電気角で $0^\circ < \beta < 90^\circ$ の進み角度において実現され、この範囲を逸脱すると互いのトルクが打ち消し合う方向に作用することになる。(3) 式を図で表現すると図 10 のようになる。図中 Tm はマグネットトルク、Tr はリラクタンストルク、T はマグネットトルク Tm とリラクタンストルク Tr を合成した (3) 式表現される総合トルクを表している。

【0012】

* 域が移動しているだけであるので鎖交する磁束量の変化は極端に少なく、従って、誘起電圧の発生は極端に少ない。無効領域角度 θ_d と低誘起電圧電気角 θ_s との関係はロータの界磁極の極数を P とすれば下記式 (2) のようになる。

$$\theta_s = P \times \theta_d \div 2 \quad (2)$$

図 7 においてロータの界磁極が界磁極中心線を基準にして磁氣的にも幾何学的にも左右対称であるので、ロータが左回転で磁束が右から左に移動しても図 9 中段の誘起電圧 E は変わらない。

【0009】通常、この様な誘起電圧波形のタイミングに合わせて電気角にて 120° の駆動電流 I_s を図 9 下段の如く流してやると当該モータを運転することが出来る。無論、同じ位相関係で電気角 180° の通電でも運転することもできるが、本説明では 120° 通電の場合について図示した。さて、図 8 に示したようにステータと組み合わせモータを構成したとき、固定座標での 3 相機を図 7 に示したロータの回転と同期して回転移動する回転座標で表現する 3 相機と等価な 2 相機とし、図 7 中の d 軸及び q 軸を基準の座標軸とすると、該モータのトルクの式は

【発明が解決しようとする課題】従来この種のモータにおいては、モータとしてのトルク定数を向上させることでモータ性能を高めようとして努力されていた。例えば、図 6 のようにロータコア 3 に外周と逆の円弧スリット 1 を施して該スリット 1 にマグネット 2 を配し、対向するステータの巻線への通電で生ずる磁束がロータ外周とマグネット間に介在する磁性材内を通過しようとしてもたられるリラクタンストルクを有効に利用とする工夫もそのひとつであり、従来例として記述した総合トルク T のようにそれなりに効果を上げている。

【0013】しかしながら、マグネットトルクとリラクタンストルクは (3) 式や図 10 に示したように、ロータの位置に対する励磁電流の通電位相によっては其々のトルクを合成すると互いを強める領域と弱める領域とが存在しており、q 軸からの電流位相が $0^\circ \sim 90^\circ$ の進みの場合でマグネットトルクとリラクタンストルクは互いに強め合い、 $0^\circ \sim -90^\circ$ である遅れ位相の場合でマグネットトルクとリラクタンストルクは互いに弱め合う。この事は言い換えるならば、通常のモータ運転において、ある任意の相巻線への電流通電が行われロータが回転していく過程で、該ロータの q 軸上からみた励磁電流位相は進みから遅れの方向に移動していることに他ならない。

【0014】例えば、仮に q 軸に対して励磁電流位相を進み 90° で通電を開始したとしてもロータの回転移動により次第に遅れ位相の方に向かい図 10 の総合トルク T の如くモータトルクが変化する。通電が 180° に渡

って行われれば遅れ位相の領域に入ってから急速にトルクが減少する。また、この種のモータでよく用いられる120°通電でも前記と同様に励磁電流位相を進み90°で通電を開始したとしても、遅れ位相領域0°~30°までが存在することになり、総合トルクの大幅な減少領域は残ってしまう。即ち、ロータの回転位置によって大きなトルクの脈動が避けられない。また、図6至及図9に示し説明を加えたように、ロータの外周に対して逆方向に円弧のスリットを施し該スリットにマグネット配した構造では、有効な界磁極領域が少なくなり結果として θ_s なる誘起電圧の発生が極めて少ない領域を生じさせてしまう。従ってマグネットトルクに関して、この領域で相巻線に電流の通電を行ってもトルクの発生を期待することが出来ない。図9では θ_s 領域での通電を回避できる120°通電の場合を示したが、180°通電では1周期の中に θ_s 分の無駄な電流を流すことになり効率の悪化が避けられず、120°通電においても通電のタイミングの僅かなずれで通電領域がモータの誘起電圧の少ない領域に及んでしまい、モータトルクの発生が大きく変化することになる。以上の如く、従来のロータ構造ではトルクの部分的な引き上げに付いては効果が認められるが、トルク脈動やそれに伴う音や振動について考慮されていなかった。

【0015】

【課題を解決するための手段】ロータの同一界磁極を成すコア内に、第一スリットがロータの外周より曲率が大きく円弧状にロータの外周に沿って湾曲するものであって、且つ、配置がロータの一方の界磁極間側でロータ外周寄りであって界磁極中心側でロータ内周寄りとなるよう施され、第二スリットがロータ外周と逆の円弧状に湾曲して施され、且つ、第二スリットが当該界磁極の中心線側でロータ内周寄りであって、当該界磁極の他方の極間側でロータ外周寄りとなるように施され、第一スリットと第二スリットが当該極間内にて合流するようにされ、該スリットにマグネットを配するようにした。

【0016】

【発明の実施の形態】図1に本発明の好適な実施例を示し説明する。図1は界磁極が4極である場合のロータを示しており、一対の界磁極について図示してある。図1において付された記号は、第一スリット1a、第二スリット1b、マグネット2、ロータコア3を示しそれぞれの第一スリット1a、第二スリット1bにはマグネット2が配されている。第一スリット1aはロータの外周と同一方向に湾曲し、且つロータの外周より曲率が大きく設定されている。第一スリット1aの一方端は界磁極間の側に在って、且つロータの外周に接近させてあり、他端は当該界磁極の中心側に位置する。該スリットはロータの外周より曲率が大きいので、必然的に他端は一方端よりロータの内周に位置する事となる。第二スリット1bは当該界磁極領域の第一スリット1aの施された界磁

極間側と反対側の界磁極間側にその一方端を配し、ロータの外周と逆方向に湾曲するようにされ、該スリットの他端は第一スリット1aの他端と合流するように施されている。従って、結果として第一スリット1aと第二スリット1bは同一界磁極内で波のようにうねるひとつのスリットとなる。

【0017】次に、磁氣的軸の中心について図2を使って説明をする。図2は4つの界磁極のひとつを図示したもので、本図の例の構造的な界磁極中心軸J1は、当該界磁極の一方の極間軸Xから θ_3 の角度で示され、この段階においては機械角は45°である。また、ロータのひとつの有効界磁極領域は図2に示す θ_k の区間である。即ち、界磁極間の第一スリット1a端面が極間軸に面しているの、有効界磁極はほぼ界磁極間まで在り、第二スリット1bの界磁極間ではスリット端面がロータの外周側に面するので、スリットの厚みに相当する角度分のみ有効界磁極が少なくなり、結果、当該界磁極では有効界磁極角度は θ_k で示される角度となる。

【0018】界磁極としての磁氣的な中心軸については、特にスリットに配されるマグネット2の配向がラジアルである場合は、第二スリット1bのマグネット2の配向焦点は、マグネット2を基準とした場合ロータ外周側になるのでこの部位での磁束が多くなる。従って、図2の界磁磁氣中心軸J2に示される様に、第二スリット1bのマグネット2は、X軸側に寄りX軸からの角度は θ_4 となる。このことはマグネット2による磁束に関しての磁氣中心がロータ外周とスリット間で相対的に磁性材が多い側にその軸が移動することを意味する。

【0019】更に、ロータのスリットと外周間に介在する磁性材を磁氣通路とするリラクタンストルクを発生させる領域のリラクタンس中心軸は、リラクタンストルクが有効に作用する領域は、ロータでの磁氣的通路断面が大きくなるロータ外周の円弧に対して逆の円弧となるように施された第二スリット1bとの間にほぼ相当する領域に制限されるので、構造上必然的にマグネット2の有効界磁極領域 θ_k は狭くなり、結果として、界磁磁氣中心軸J2の角度 θ_4 より更にX軸寄りとなり図2に示すリラクタンス中心軸J3の如くX軸からの角度 θ_5 の位置となる。

【0020】従って、円弧曲率と円弧長比率を第一スリット1aと第二スリット1bにおいて適宜設定することでリラクタンス中心軸と界磁極中心軸に所望の差を持たせることができる。また、一方においては、該第一スリット1aの曲率が大きくなればスリットとロータ外周間に介在する磁性材のロータ径方向厚みが広い領域が円周方向に広がりリラクタンストルクの発生する領域が広がることは明らかで、リラクタンストルクの有効に作用する領域の大きさがスリットの曲率でも調整できる。この様な時のモータとしてのトルクは前述の式(3)に、界磁極中心軸からのそれぞれの軸の差として界磁極中心

軸とリラクタンス中心軸との差 ($\theta 3 - \theta 5$) と界磁極中心軸と界磁磁気中心軸との差 ($\theta 3 - \theta 4$) を当ては *

$$T1 = Pn \times [\phi a \times Ia \times \cos \{ \beta + Pn \times (\theta 3 - \theta 4) \} + (Lq - Ld) \times Ia^2 \times \sin \{ 2\beta + Pn \times (\theta 3 - \theta 5) \}] \quad (4)$$

ここで ($\theta 3 - \theta 4$) < ($\theta 3 - \theta 5$) である。これは、(3) 式と (4) 式の比較において、(4) 式での [] 内に記述されるマグネットトルクに関する第 1 項の位相の移動量に対して、リラクタンストルクに関する第 2 項の位相の移動量が大きくなることを示している。従って、第 1 項は余弦関数であり第 2 項は正弦関数であるので同一電流位相に対する第 1 項と第 2 項は本来 90° の位相差を有しており、その上第 2 項が第 1 項より位相差が大きくなる方向へずれるのであるからマグネットトルクとリラクタンストルクの位相差は広がることとなる。

【0021】本発明においてはリラクタンストルクが有効に作用する領域がロータでの磁氣的通路断面の大きくなる第二スリット 1b の区間にほぼ相当する領域に制限されるので、(4) 式を含めこれを図で表現すると図 5 のようになる。(3) 式及び図 10 と比較して明らかに (4) 式及び図 5 に示すように本発明のロータ構造によるモータにおいては、マグネットトルクのピークが $Pn \times (\theta 3 - \theta 4)$ の値で表される電気角度分進み方向に移動し、リラクタンストルクのピークは更に進み角度となる $Pn \times (\theta 3 - \theta 5)$ の電気角度の位置に移動する。両者を合成した総合トルクは同図 5 の T のようになり図 10 の総合トルク T と比較してピークトルク付近の領域の幅が広く変化が穏やかである。例えば、 120° 通電の駆動方式であればひとつの通電パターンである 60° 区間で高トルク状態を安定的に維持できればトルク脈動の少ないモータとすることが出来る。従って、図 5 の場合の総合トルク T は極めて脈動の少ないモータになることを示している。

【0022】次に、図 1 のロータを円周方向に展開して対向するステータとの関係を図 3 に示す。ステータの部位は図 8 と同じである。図 2 で説明した界磁極の有効界磁極角度 θk は前述図 7 での $\theta 2$ に比べマグネット 2 の厚みに相当する角度分広がっている。従って、無効な界磁極角度 θm は

$$\theta m = \theta d / 2 \quad (5)$$

の様に従来の無効部分が半分になる。この事により、図 9 で示した鎖交磁束量、誘起電圧、通電すべき相電流の関係は図 4 の様になり、相巻線に鎖交する磁束量は変化の区間が広がり低いレベルの誘起電圧が現れる電気角区間は θt で示される幅にまで縮小する。

【0023】

【発明の効果】本発明に拠れば、マグネットの配されるスリットに関し、第一スリットをロータの外周と同方向の円弧とし、界磁極中心線を起点として第二スリットを逆方向円弧にして両方が連続する様に構成して、該スリ

*めて考えると、界磁極の極対数 Pn とした場合 (4) 式のようになる。

ットにマグネットを配するようにした事により、マグネットによる界磁極中心とリラクタンス中心軸に差を設けることが出来る。従って、モータとしてのマグネットトルクの位相とリラクタンストルクの位相や上記スリットの曲率やスリットの円弧長比率を適宜行うことにより任意の状態にして、目的とする総合トルクを得ることが出来る。このことにより、トルクに関して大きさを重視したモータ、脈動を重視したモータというように使い分けることが可能である。

【0024】また、第一スリットと第二スリットが同一の形状である場合は、該スリットに配されるマグネットが同一のもので構成することが出来る。このことは、本発明のロータが従来のロータと同様に単一のマグネットで構成されることを意味しており、構成部品の種類を増やさずして実現可能であることを表している。また、マグネットを第一スリットと第二スリットとして分割せず一体物で構成することにより同様の効果も得ることができる。一方においては、本発明のスリット構成及びマグネットの配置は界磁極の無効領域が従来構成に比べほぼ半減するので、モータを構成したとき、前述低いレベルの誘起電圧が現れる電機角区間が小さくなり、これによって該モータをモータの巻線に発生する誘起電圧を利用して駆動しようとする制御装置のロータ位置検出精度が良くなる。従って、モータを高効率で運転させることが可能であると同時に、ロータの位置に対する通電のタイミングが変動しても安定して駆動を続けるといった大きな効果を得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例を示すロータの横断面図である。

【図 2】図 1 における任意の有効界磁極角を示す図である。

【図 3】図 1 のロータを用いたブラシレス DC モータの構成を示す展開説明図である。

【図 4】図 1 のロータを用いたブラシレス DC モータの任意相における鎖交磁束の変化と当該相に発生する誘起電圧及び、通電電流のタイミングを示すものである。

【図 5】本発明のロータを用いたトルク特性の一例を示す図である。

【図 6】従来例を示すロータの横断面図である。

【図 7】図 6 の従来例のロータを用いた磁氣的事項を説明する横断面図である。

【図 8】図 6 の従来例のロータを用いたブラシレス DC モータの構成を示す展開説明図である。

【図 9】図 6 の従来例のロータを用いたブラシレス DC モータの任意相における鎖交磁束の変化と当該相に発生

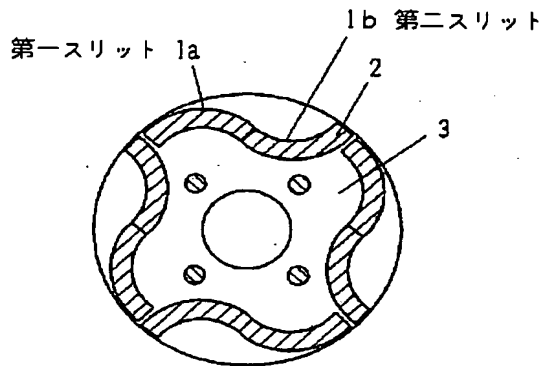
する誘起電圧及び、通電電流のタイミングを示すものである。

【図10】図6の従来例のロータを用いたトルク特性である。

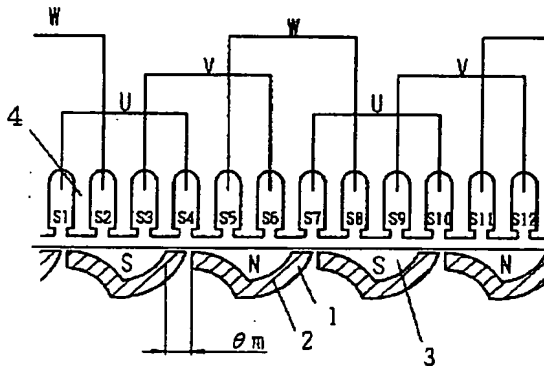
【符号の説明】

1…スリット、1a…第一スリット、1b…第二スリット、2…マグネット、3…ロータコア、4…ステータ、U・V・W…ステータの相巻線、J1…界磁極中心軸、

【図1】

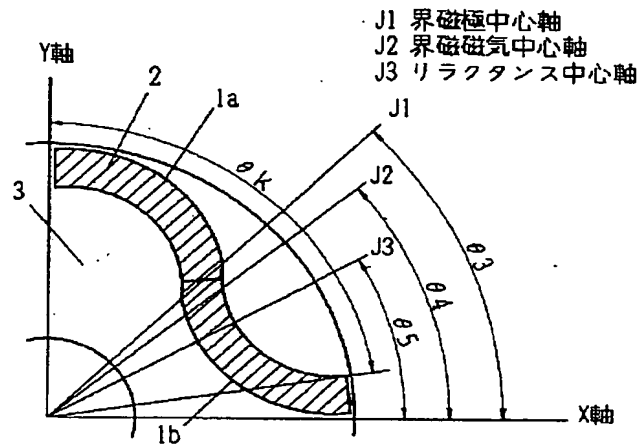


【図3】

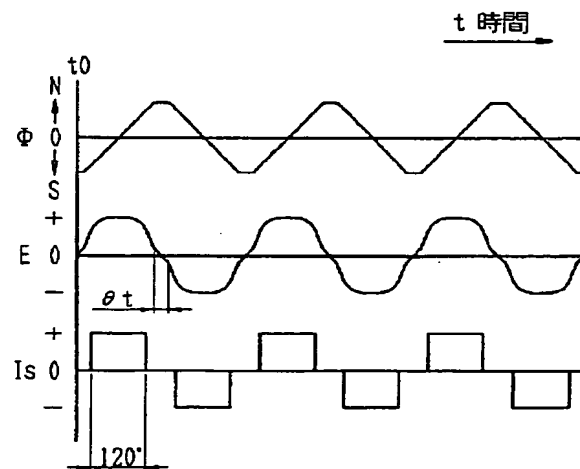


J2…界磁磁気中心軸、J3…リラクタンス中心軸、 $\theta 1 \cdot \theta 3 \cdot \theta 4 \cdot \theta 5$ …角度、 $\theta 2 \cdot \theta k$ …有効界磁極角度、S1～S12…ステータのスロット、 $\theta d \cdot \theta m$ …無効領域角度、 $\theta s \cdot \theta t$ …電気角度、 Φ …鎖交磁束、E…誘起電圧、Is…通電電流、t…時間、T…総合トルク、Tm…マグネットトルク、Tr…リラクタンストルク、 β …励磁電流位相、 Φm …マグネット磁束、 Φr …リラクタンス磁束。

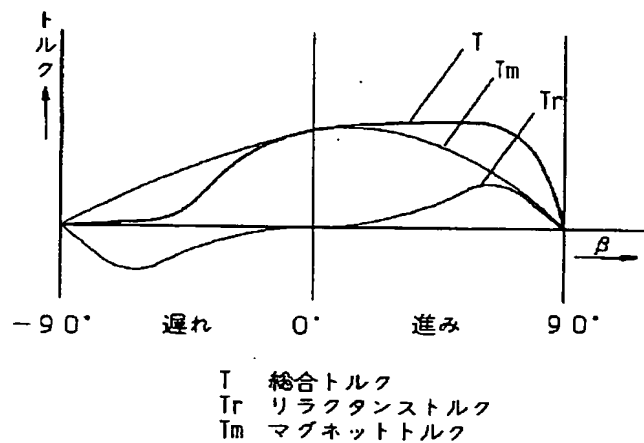
【図2】



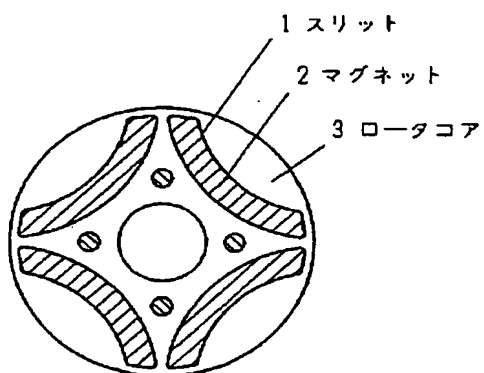
【図4】



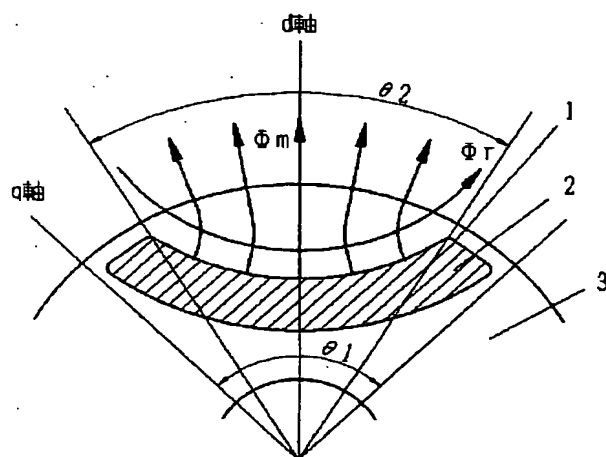
【図5】



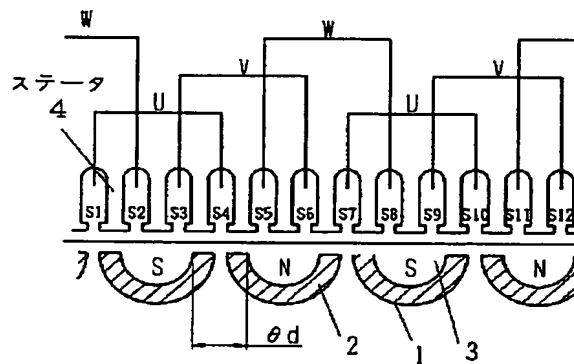
【図6】



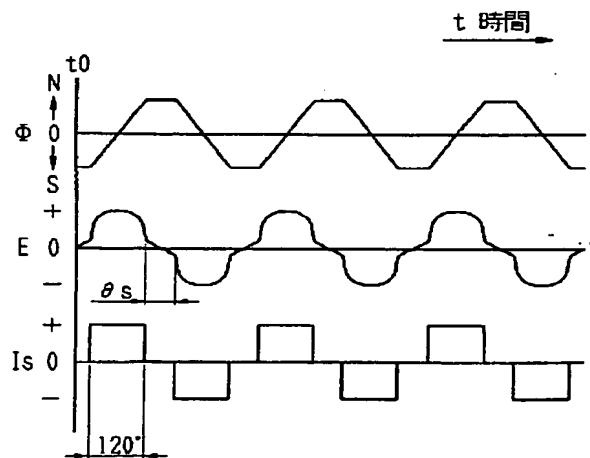
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

